

特開平10-293133

(43) 公開日 平成10年(1998)11月4日

(51) Int. Cl.⁶

識別記号

F I

G01N 37/00

G01N 37/00

D

G01B 11/30

G01B 11/30

E

Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-101841

(22) 出願日

平成9年(1997)4月18日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 小瀬 毅

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

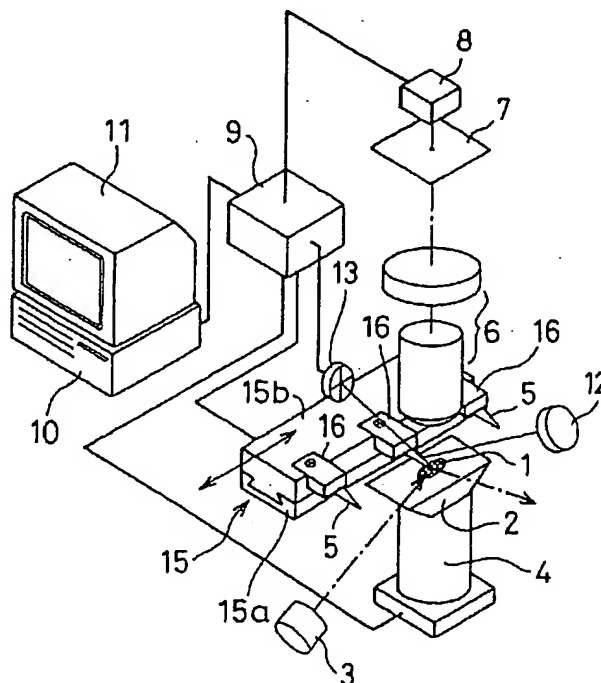
(74) 代理人 弁理士 篠原 泰司

(54) 【発明の名称】 走査型近接場光学顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 複数のプローブを、切換機構によって、走査可能状態に択一的に切り換えることを可能にし走査型近接場光学顕微鏡を提供すること。

【解決手段】 プローブ5の先端は、試料1に所定の間隔を空けて配置され、試料ステージ2が走査用スキャナ4によって動かされることにより、試料1の走査が可能になっている。光源3から照射され、試料1を透過した光は、試料1の表面近傍でプローブ5に取り込まれ、集光光学系6、ピンホール7を介して光検出器8で検出され、コンピュータ10で信号処理された後、走査型近接場光学顕微鏡像としてモニタ11に画像化されるようになっている。切換機構15のスライド部材15bには、複数のプローブ5が、夫々のアタッチメント16を介して取り付けられ、スライド部材15bがコントローラ9を介して動かされると、所定のプローブ5が走査可能状態に切り換えられるようになっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プローブと試料とを近接して配置し、それらを試料の表面に対して略平行な方向に相対的に移動させることによって試料の表面の近傍を走査し、該プローブを介して得た光を検出器で検出することによって試料の光学特性を測定するようにした走査型近接場光学顕微鏡において、複数のプローブを同時にセットすることのできる切換機構が備えられていて、該切換機構は、それらのプローブを、走査可能状態に、択一的に切り換えて配置させることが可能であるようにしたことを特徴とする走査型近接場光学顕微鏡。

【請求項2】 走査可能状態にあるプローブと試料との対向間隔を変えることのできる機構を備えていて、前記の切り換えに際しては、該プローブと試料との対向間隔を大きく空けておいてから、該プローブに代わって次に使用されるプローブが走査可能状態に配置されるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

【請求項3】 前記複数のプローブが検出特性の異なるプローブであって、前記切換機構が、それらのプローブを、順次、切り換えて走査し、それらの測定結果によって試料の材質を同定するようにしたことを特徴とする請求項1に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プローブと試料とを近接して配置し、それらを試料の表面に対して略平行な方向に相対的に移動させることによって試料の表面の近傍を走査し、該プローブを介して得た光を検出器で検出することによって試料の光学特性を測定するようにした走査型近接場光学顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】走査型近接場光学顕微鏡は、開口が光の波長よりも小さいプローブや、先端の曲率半径が光の波長よりも小さいプローブを用いて微小領域の光学特性を測定するものである。従って、プローブの先端の直径（数十nm以下）程度までの分解能を得ることが可能となるので、回折限界によって分解能に制約を受ける光学顕微鏡よりも優れている。そして、このことによって、今後ますます、工業分野や医学分野等において広く応用され使用されることが期待されている。

【0003】そこで、このような高分解能が得られる走査型近接場光学顕微鏡を実現させるために、従来から、測定方法や構造などについての数多くの提案がなされている。例えば、光情報の検出方法としては、試料の裏面から照明光を入射させ、試料の表面側に生じたエバネッセント波をプローブに取り入れて検出するタイプのものや、試料の表面側から照明光を照射させ、試料による散乱光を微小開口のプローブに取り入れて検出したり、プローブからの反射光を検出したりするタイプのものや、

微小開口のプローブから照明光を射出させ、試料による透過光や散乱光を検出するタイプのものなどが知られている。

【0004】また、試料表面の近傍を走査する際に、試料面とプローブとの距離を計測する方法としては、エバネッセント波の有する垂直方向での強度減衰曲線を利用するために、試料の裏面から照明光を入射させ、試料の表面側に生じたエバネッセント波を検出して計測するタイプのものや、原子間力顕微鏡で用いられている方法を利用し、試料とプローブとの間に働く力によって生ずるプローブの変位量を光学的に検出して計測するものなどが知られている。

【0005】走査型近接場光学顕微鏡は、これらのような技術的手段を選択的に採用して構成されており、走査を行うに際しては、試料面とプローブとの距離が一定に保たれるように制御しながら走査をしたり、試料面とプローブとの距離を所定の設定値にしておいて走査をしたり、検出されている光の強度が一定に保たれるように制御しながら走査をしたりして、試料面の近傍における光を取り込んで測定し、一般的な光学顕微鏡では測定不可能なオーダーの試料形状や光学定数（吸収率、屈折率など）の差異を、TVモニタ等の表示装置に画像化できるようにしている。

【0006】そこで、このようにして構成された走査型近接場光学顕微鏡の従来例を、図7を用いて具体的に説明しておく。この従来例は、例えば、特開平6-160719号公報に開示されているものと同様にして、原子間力顕微鏡で用いられている方法を利用し、試料の表面とプローブの先端との相対的な距離が一定に保たれるように制御する場合の例である。試料1は、プリズムで構成された試料ステージ2に載置されており、光源3から照射された光は試料1の裏面で全反射され、表面にエバネッセント波を発生させるようになっている。また、試料ステージ2は、走査用スキャナ4によって、載置面をX、Y、Z方向に移動されるようになっている。

【0007】試料1の表面側には、プローブ5が、微小な開口を開いた先端を、試料1の表面に近接させるようにして配置されている。そして、この従来例においては、走査用スキャナ4をX、Y方向に移動させることによって、プローブ5が、試料1の近傍を走査するようになっている。この走査によって、プローブ5は、エバネッセント波を伝搬光に変換し、その伝搬光は、集光光学系6で集められ、ピンホール6を通過した後、光検出器8によって検出される。検出された光情報はコントローラ9を介してコンピュータ10に導かれ、そこで信号処理されて、走査型近接場光学顕微鏡像としてモニタ11に画像化される。

【0008】上記の走査は、試料1の表面とプローブ5との距離を一定に保たせるようにして行われるが、この従来例においては、そのために、原子間力顕微鏡で用い

られている方法を利用している。即ち、プローブ5に可撓性を付与しておく、プローブ5は、試料1との距離の変化に対応して、試料1とプローブ5の間に働く力によって撓まされることが知られている。そのため、この従来例においては、プローブ位置制御用光源12から射出した光をプローブ5で反射させ、その反射光をプローブ位置制御用検出器13によって検出し、プローブ5の撓み角の変化を光の反射角の変化として捕らえるようにしている。そして、コントローラ9が、その検出信号に対応して走査用スキャナ4をZ方向へ移動させ、撓み角が一定になるように制御することによって、試料1とプローブ5との距離を一定に保たせるようにしている。

【0009】また、コントローラ9によって駆動されるプローブ用の圧電スキャナ14を設けておき、走査と同時に、プローブ5を、試料1の表面に対して略垂直方向へ振動させて、距離の一定化を図る方法もある。この方法は、原子間力顕微鏡においては、タッピングモードと言われているものであり、プローブ5が試料1に近づくと、試料1との間に働く力により、振動の振幅が小さくなることや、加振入力とプローブ5の振動の位相がずれることを利用して、距離の一定化を図る方法である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような従来の走査型近接場光学顕微鏡においては、実際に取扱いに際して二つの問題点がある。その一つの問題点は、プローブ5の交換作業にある。一般に、走査型近接場光学顕微鏡や原子間力顕微鏡などのように、微小な針形状のプローブを試料に近接させて走査する顕微鏡においては、その検出分解能がプローブによって左右されるため、使用によってプローブの先端が磨耗したり、試料等によって埃の付着や汚れが生じたりすると、所定の性能が得られなくなってしまう。また、強度的には弱いため、操作上のミスにより破損させてしまうことがある。従って、そのような事態が生じた場合には、そのプローブを新しいプローブと交換しなければならない。

【0011】そして、交換する場合の手順としては、①測定を止め、②試料とプローブとを安全な距離まで離しておき、③プローブを取り付けている固定機構を全体の装置から取り外し、④その後、固定機構からプローブを外し、⑤新しいプローブを取り付け、⑥固定機構を再び全体装置に取り付け、⑦プローブと試料との距離を近づけてから⑧測定に戻ることになる。既に述べたように、プローブ自体は極めて小さいものであることから取扱いが簡単ではない。その上に、このような手間と時間のかかる交換作業を、試料の観察途中において行わざるを得なくなった場合などには、その作業が非常に煩わしいものとなってしまう、特に、工場などのラインに導入している場合には、生産効率に大きな影響を及ぼしてしまうことになる。

【0012】従来の走査型近接場光学顕微鏡の取扱い上

におけるもう一つの問題点は、同一試料に対して種類の異なる複数のプローブを使用して測定しなければならない場合に生じる。既に述べたように、走査型近接場光学顕微鏡は、採用する技術手段の違いによって幾つかのタイプが存在しているが、同様に、それらに取り付けられるプローブの種類も、開口のあるプローブ、開口のない金属製のプローブ、先端に蛍光色素を付けた機能性プローブなど、数多くのプローブが存在している。そして、それらのプローブは、夫々、一長一短があるため、用途や試料の種類によって使い分けをする必要がある。そのため、研究機関で使用する場合などのように、1台の顕微鏡によって幅広い対象物を測定したいと思うような場合には、その都度、上記のようにして、種類の異なるプローブを交換して最適なプローブを選択しなければならない、極めて効率が悪いことになってしまう。

【0013】また、試料とプローブの光学特性の違いによって検出感度が異なってしまうという実験例が、例えば、「微小突起型近接場光学顕微鏡」(片岡、遠藤; 日本光学会、近接場光学研究グループ第一回研究討論会予稿集、pp. 33-39; 1994年 6月)によって知られている。このことから理解されるように、同じ種類のプローブであっても、観察する試料に適応した光学特性のプローブを選んで使用しないと、所定の感度が得られない状態で観察してしまうことになり、S/Nの悪い測定となってしまう。従って、このような観点からも、複数のプローブを交換して最適なプローブを選択する必要があるが、その場合においても、上記のようにして交換作業を行うのでは極めて不都合である。

【0014】本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、予め複数のプローブをセットしておくことのできる切換機構を設けることにより、それらのプローブを、走査可能状態に、択一的に切り換えて配置させることを可能にした走査型近接場光学顕微鏡を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は、プローブと試料とを近接して配置し、それらを試料の表面に対して略平行な方向に相対的に移動させることによって試料の表面の近傍を走査し、該プローブを介して得た光を検出器で検出することによって試料の光学特性を測定するようにした走査型近接場光学顕微鏡において、複数のプローブを同時にセットすることのできる切換機構が備えられていて、該切換機構は、それらのプローブを、走査可能状態に、択一的に切り換えて配置させることが可能であるように構成する。また、本発明の走査型近接場光学顕微鏡においては、好ましくは、走査可能状態にあるプローブと試料との対向間隔を変えることのできる機構を備えていて、前記の切り換えに際しては、該プローブと試料との対向間隔を大きく空けておいてから、該プローブに代わって次に使用さ

れるプローブが走査可能状態に配置されるようにする。更に、本発明の走査型近接場光学顕微鏡においては、好ましくは、前記複数のプローブが検出特性の異なるプローブであって、前記切換機構が、それらのプローブを、順次、切り換えて走査し、それらの測定結果によって試料の材質を同定するようにする。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、図1～図3に示した第1実施例と、図4及び図5に示した第1実施例の二つの応用例と、図6に示した第2実施例とによって、順次、説明する。尚、これらの図面においては、図7で説明した従来例の構成部と実質的に同じ構成部に対して、同じ符号を付けてある。そのため、同じ構成部についての説明は原則として省略する。

【0017】先ず、図1～図3を用いて第1実施例を説明する。図1は本実施例の全体の構成図である。また、図2はプローブを取り付けたアタッチメントを拡大して示した斜視図であり、図3は複数のプローブと試料との位置関係を平面的に示した説明図である。本実施例の構成は、図1から分かるように、基本構成は図7に示した従来例と同じであるが、プローブ切換機構15を設けている点で異なっている。このプローブ切換機構15は、固定部材15aとスライド部材15bとで構成され、両者はアリ溝で組み付けられていて、スライド部材15bは、図示していないアクチュエータによって、固定部材15aに対して矢印方向へスライドすることが可能になっている。

【0018】また、スライド部材15bには、ビスによって三つのアタッチメント16が等間隔に取り付けられている。これらのアタッチメント16は、いずれも同じ形状をしているが、そのうちの一つが図2に示されており、そこには既に説明したタッピングモード用としての圧電体スキャナ14を介してプローブ5が取り付けられている。更に、このアタッチメント16には、スライド部材15bへの取付面に、圧電体スキャナ14に対する通電用の二つの電極16aと、プローブ5の種類等を判別するための四つの電極16bが設けられている。

【0019】具体的に図示していないが、アタッチメント16には配線が施されていて、上記した四つの電極16bを選択的に接続し、数種類の導通パターンが形成され得るようになっていて。そして、スライド部材15bには図示していない四つの接点が設けられていて、アタッチメント16がスライド部材15bに取り付けられた状態においては、電極16bに接触し、それらの導通パターンを電気的に読み取り得るようになっていて。また、導通パターンは、予めコンピュータ10に登録されており、プローブ5の種類との対応も定められている。そのため、検出された導通パターンから、プローブ5の種類が自動的に判別され、どのような種類のプローブ5

で測定しているかをコンピュータ10が認識できるようになっていて、更に、そのことをモニタ11に表示できるようにになっている。このことから、プローブ5の特性を予め入力しておくことにより、測定データの解析が容易となっている。

【0020】次に、このような構成をした本実施例の切り換え作動を説明する。図1及び図3においては、スライド部材15bに取り付けられた三つのプローブ5のうち、真ん中に取り付けられたプローブ5が走査可能状態にあるが、この状態においては、走査用スキャナ4が、試料1を載置している試料ステージ2を、図3の上下、左右方向へ移動させることによって、プローブ5が、試料1の近傍の光情報を連続して取り込めるようになっている。この状態から、他のプローブ5を走査可能状態に切り換えるためには、図3における上下両端のどちらのプローブ5に切り換えるのかを決めて、それをコンピュータ10に指示する。

【0021】そこで、コンピュータ10はコントローラ9を制御し、先ず、走査用スキャナ4に装着されている粗動装置を作動させて、図1において試料ステージ2を下方へ移動させ、試料1とプローブ5の距離を十分に大きく空けることによって、試料1とプローブ5の両方にダメージが与えられないようにする。次に、コントローラ9は、プローブ切換機構15のアクチュエータを作動させて、スライド部材15bを、図3において上方又は下方へ移動させる。そして、アクチュエータはスライド部材15bが所定量移動した段階で停止する。スライド部材15bの移動が停止した後、コントローラ9は、再び、走査用スキャナ4に装着されている粗動装置を作動させ、今度は試料ステージ2を逆に移動させ、切り換えられたプローブ5に試料1を近付け、所定の近接位置で停止させる。この状態が、切り換えられたプローブ5を用いて行う走査可能状態である。

【0022】尚、本実施例においては複数のプローブ5をスライド部材15bに取り付け、そのスライド部材15bをリニアに移動させることによって、プローブ5の切り換えを行っているが、本発明はこのような方式に限定されず、他の方式、例えばターレット方式の切換機構を採用するようにしても差し支えない。また、本実施例においては、プローブの切り換えに際し、試料1とプローブ5の対向間隔を変えるのに、試料ステージ2を移動させているが、逆に、プローブ切換機構15に粗動装置を装着し、プローブ5を、試料1の表面から垂直方向へ移動させるようにしても差し支えない。

【0023】更に、本実施例においは、複数の導通パターンを構成するために、アタッチメント16に四つの電極16bを形成しているが、必要な導通パターン数に応じて電極数を増減させても差し支えない。また、導通パターン数を増やしたい場合には、電極数を増やさずに行うことも可能であって、アタッチメント16の配線にダ

イオード等を用い、導通に極性を持たせるようにしてもよいし、集積回路を内蔵させることによってもパターン数を増やすことが可能となる。また、パターンの読み取り方法は、本実施例のような接触式に限る必要はなく、電極16bの代わりに反射率の異なる標識を取り付け、光学的に読み取るようにしても差し支えない。

【0024】ここで、第1実施例の二つの応用例を、図4及び図5を用いて簡単に説明しておく。走査型近接場光学顕微鏡には、種々のタイプのものがあることは既に述べたが、図4及び図5は、第1実施例で説明した走査型近接場光学顕微鏡とは異なるタイプの走査型近接場光学顕微鏡に本発明を適用した場合を概念的に示したものである。先ず、図4は、試料1を照射するための光源17を試料1の斜め上方に配置し、試料1から反射した光をプローブ5が取り込むようにしたタイプのものに適用した場合を示したものである。また、図5は、光源18から射出した光を、集光光学系6に配置されたビームスプリッタ19でプローブ5に導き、プローブ5から照射され試料1から反射した光を、再びプローブ5に取り込むようにしたタイプのものに適用した場合を示している。その他の詳細については、第1実施例について説明したことが、全て、これらの応用例についても適用されることになる。

【0025】また、上記した第1実施例と二つの応用例においては、図7に示した従来例との差異を分かり易くするために、走査中に試料1の表面とプローブ5との距離間隔を一定に保たせるための制御方式を、敢えて同じ方式のものとして開示した。しかし、このような制御方式は、本発明とは直接関係がないので、例えば、プローブとして光ファイバ製のものなどを用い、プローブ5の先端を試料と略平行方向に励振させ、その振幅等を検出する所謂シアフォーカス検出方式を採用する場合には、プローブ位置制御用光源12から射出された光を、光ファイバプローブ5の横から当てるようにし、その回折像から試料1とプローブ5の距離間隔を制御するようにしてもよい。また、その他、要求仕様に応じて種々の方式を選択的に採用することが考えられる。

【0026】次に、図6を用いて第2実施例を説明する。本実施例においては、試料1を照射するための光源が二つ設けられている。即ち、第1実施例と同じようにして、光源3によって試料1を裏面側から照射することが可能になっている上に、更に、図4に示した応用例と同じようにして、もう一つの光源18から射出された光が、ビームスプリッタ19、プローブ5を介して試料1を表面側から照射できるようになっている。そして、照射後は、両方の光とも、試料1の表面の近傍でプローブ5に取り込まれ、集光光学系6で集光され、ピンホール7を通して光検出器8に検出され、そこで電気信号に変換され、信号処理された後、最終的には近接場光学像としてモニタ11に表示されるようになっている。また、

光源18とビームスプリッタ19の間、及びピンホール7と光検出器8の間には、夫々フィルタ20、21が挿入可能になっている。更に、プローブ切換機構15は、第1実施例の場合と同じであり、且つ第1実施例の説明においてプローブ切換機構15について述べたことは、本実施例においても適用される。

【0027】本実施例は、このような構成をしているので、光源18が白色光源の帯域を有する光源であったり、多波長励起のレーザ光源などの場合には、プローブ5を切り換えるに際して、手動で、又は切換作動に連動して、所定のフィルタ20を光路に挿入し、照明光の波長を測定に適したものにすることが可能になっている。また、プローブ切換機構15に、開口プローブや散乱プローブのほか、蛍光プローブが取り付けられていて、それらを切り換えて使用したい場合があるが、試料1に対する照射用の光源が一つの場合には、蛍光プローブを使用するとき、蛍光プローブを励起するために光源を変える必要があるのに対して、本実施例においては光源が二つ設けられているので、そのような場合、光源18に加え光源3を利用して照射するようにすることが可能になっている。そして、そのときには、フィルタ21を挿入することによって、蛍光プローブの蛍光だけを検出させたり、試料1の分光反射率等を測定できるようになっている。尚、フィルタ21に代えて分光器を配置しても同じことが可能となる。

【0028】更に、本実施例によれば、一方の光源3のみを用いた所謂透過型の走査型近接場光学顕微鏡方式による測定と、他方の光源18のみを用いた反射型の走査型近接場光学顕微鏡方式による測定とを、切り換えて使用することも可能になっている。従って、散乱プローブと開口プローブを切り換えて使用したいときには、不透明な散乱プローブを使用する場合には光源3だけを用いて測定し、また、開口プローブに切り換えた場合には、光源18だけを用いて測定するようにすることが可能である。

【0029】また、光源3を使用して試料1の裏面から照射するようにした場合には、試料1への照射面積を、回折限界によってナノメートル(nm)のオーダーまで小さくすることができず、光をプローブ5に取り込むに際してはバックノイズが生じやすいという問題があるが、その反面、試料ステージ2の載置面に銀などを薄く蒸着しておいて、光源3によって全反射を起こすように照射し、表面プラズモン励起を生じさせるようにすると、試料1の検出強度の変化等を測定することによって、試料1の材質を判断するのに役立つ情報が得られる。

【0030】そして、このような二つの光源の切り換えは、手動で行うようにしても差し支えないが、第1実施例の説明で詳しく述べたように、アタッチメント16から得られる情報によってプローブ5の種類を自動的に判定することが可能であるから、走査可能状態に切り換え

られたプローブ5の情報に応じて、自動的に切り換えられるようにしておくことが好ましい。それによって、煩瑣な手間を省くことができ、また、不注意による操作ミス等を防止することができる。

【0031】上記したように、各実施例及び各応用例の説明からも分かるように、本発明は、予め複数のプローブをセットしておき、測定に際しては、それらのプローブを切り換えて使用できるようにしたことを特徴としている。また、検出特性の異なるプローブを切り換えて使用する

10

【0032】本発明は、そのようにすることによって、まず、プローブを交換する手間が省け、効率化が図れる。即ち、従来のように、プローブを取り付けている固定機構を、その都度、顕微鏡本体から取り外し、プローブを交換してから、再度、取り付け直すというような、面倒で時間のかかる作業が不要となり、また、その際に生じるミスの発生を防止することができるようになる。また、プローブの切り換えを自動的に行うようにすることも容易である。その場合には、次のプローブを走査可能状態に移動させることのみならず、その前後に、試料とプローブとの間隔を空けたり接近させたりすることも含めて、コンピュータ等によって制御するようにすると好適である。

20

【0033】通常、プローブを交換する必要性は、測定中に分かることが多い。例えば、蛍光色素を付けたプローブなどは、期間の経過とともに蛍光発光強度が落ちてくるが、形状等が変化するわけではないから、その退色は、実際に測定に入ったときに判明するのが普通である。また、プローブの磨耗や汚れの付着等もそうである。本発明においては、このような場合に、切換機構を作動させることによって、新しいプローブによる測定に、スムーズに移行することが可能になる。

30

【0034】このほかにも特殊な条件下で測定を行う場合がある。例えば、超高真空中で測定を行う場合には、プローブをその周辺の構成機構ごと真空チャンバーなどの特殊な容器に入れておいて測定を行うが、本発明によれば、そのような場合でも、容器を開放することなく、リモートコントロール式に、プローブを変えることが可能になる。

【0035】また、既に述べたように、試料とプローブの光学特性の違いによって、検出感度が異なることが知られているため、最適なプローブを選択するためには、複数のプローブを順番に使用してみて判定しなくてはならないが、本発明によれば、従来のようにして、いちいち面倒な交換作業を行うことなく、判定作業が容易に行えるから、S/Nを良好にするための測定検討が容易に行えるようになる。

【0036】更に、本発明によれば、既に判明しているプローブの光学特性と、測定データによる検出感度を比

50

較することによって、測定している試料の光学特性の推定を容易に行うことが可能になる。プローブによって検出された光は、試料の光学特性とプローブの光学特性の差によって左右されるからである。その場合、光学特性としては、まず、誘電率や透磁率が考えられる。例えば、記録媒体などに用いられている金属薄膜等を観察してみると、鉄族と非鉄金属とでは透磁率が大きく異なることが分かる。そのため、金属コートを施した金属製プローブや誘電体プローブを使用する場合には、コーティングされた金属の異なるプローブを使用して測定することにより、試料の材質差に適応した測定が可能になる。

【0037】誘電率や透磁率のほかに、光学特性としては屈折率が考えられる。各素材ごとの屈折率は、割合良く調べられているため、測定した試料の屈折率から、その試料を同定できる可能性が高い。一般的に、プローブの屈折率と試料の屈折率が近いと反射率が低くなるから、材質によって屈折率の異なる複数のプローブを用意しておき、それらを順次用いて検出強度を測定すれば、試料の屈折率を推定でき、また、そのことから材質を推定することができる。屈折率には、勿論、金属等に存する吸収作用も考慮させることができ、誘電体だけでなく、金属の一般的な測定にも利用することができる。

【0038】本発明によれば、プローブの切り換えが容易になるだけでなく、切り換えに要する時間も従来より短くなるので、試料の経時変化が大きいなど、ロスタイムを大きくとれない状況下での測定に有利となる。このとき、測定に用いているプローブの種類を、コンピュータ等によって認識可能にしておけば、後のデータ解析が容易に行え、効率化が図れるようになる。そのようにするためには、各プローブ自身に、識別に必要な個別情報を付与しておくのが好ましいが、既に述べたように、プローブ自身は極めて小さいものであるから、実際には、そのようにすることが、なかなか難しい。他方、そのように小さなプローブを直接、切換機構に取り付けるようにした場合にも、その着脱作業は極めて難しいものとなる。

【0039】そこで、本発明を実施するに際しては、上記の実施例に示したように、予めプローブをアタッチメントに取り付けておき、アタッチメントごと切換機構に着脱するようにすれば、着脱作業が容易となるばかりでなく、プローブの識別情報をアタッチメントに付与することが可能となり、好適となる。従って、そのようにした場合には、どのアタッチメントに、どの種類のプローブが取り付けられているかを、予めコンピュータに入力しておくことにより、以後、測定に使用されるプローブが、どの種類のプローブであるかを、切り換え時に自動的に認識することが可能となる。

【0040】また、機能性プローブとしては、先端に蛍光色素を塗布した蛍光プローブが知られているが、本発明は、このプローブを用いて測定するのにも適してい

る。この蛍光プローブを用いる場合には、光源からの照射光の波長と蛍光の波長が異なるために、光学フィルタ等によって照明光成分をカットすることにより、検出信号のS/Nを良好にすることが可能になる。また、この蛍光プローブの場合には、蛍光色素が退色するが、本発明によれば、不適当と判断された場合には直ちに新しいプローブと切り換えることが可能である。

【0041】更に、この蛍光プローブは、試料の測定部位にプローブが近接したとき、蛍光発光のエネルギーが試料側に移動するが、その移動するエネルギー量は、材質の光学特性によって変化するので、そのような特色を利用した計測が、今後、有望視されている。そこで、蛍光色素が夫々異なる複数の蛍光プローブを用いて測定するようにすれば、上記したエネルギーの移動現象の差による発光強度の違いから、物質を特定することが可能になる。本発明によれば、そのような測定も好適に行うことが可能である。

【0042】また、本発明は、光学材質的な特性からプローブを切り換えるだけではなく、形状が異なる複数のプローブを、切り換えて使用する場合にも有利となる。例えば、開口プローブにおいては、開口径の小さいものは、分解能は良いが検出光量は少ない。それに対して、開口径の大きいものは、分解能では劣るが光量的には有利となる。同じようなことは、開口プローブの先端の円錐角の大小についても言え、円錐角の大きいプローブは、光量損失が小さいが、深い溝などの構造物では走査し難く、また、円錐角の小さなプローブは、走査し易いが光量損失が大きい。従って、現在、走査型近接場光学顕微鏡を利用した半導体リソグラフィ等が研究されているが、その場合には、本発明を適用してプローブを適時切り換えて使用することを可能にし、露光にはパワーの大きい開口径の比較的大きいプローブや円錐角の大きいプローブを用い、検査には開口径の小さな高分解能検出用のプローブや円錐角の小さなプローブを用いるようにすれば、一台の装置で製作と検査の両方を行えるようにすることが可能になる。

【0043】更に、本発明は、プローブの切り換えに同期して、使用する光源の種類（波長、強度、分光特性など）も切り換えられるようにしておくことが有利になる。それによって、蛍光プローブによる観察と、他の波長によって行う開口プローブによる観察とが、従来よりも容易に行えるようになる。そして、このような光源の切り換えは、コンピュータによって、プローブと光源の組合せをプログラミングできるようにしておく、更に測定効率化を図ることが可能になる。

【0044】以上説明したことから明らかなように、以下に示す構成も本発明の特徴である。

(1) プローブの切り換えと連動させて光源の種類を変更させるようにしたことを特徴とする請求項1又は2に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(2) 切り換えたプローブの種類を認識する機構を備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(3) 切り換えたプローブの種類を認識する機構は、該プローブの種類に対応させることができる情報を該プローブを取り付けるアタッチメントに備えていることを特徴とする上記(2)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(4) アタッチメントの情報は装着時に自動的に読み取られるようにしたことを特徴とする上記(3)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(5) 切り換えたプローブの種類を認識したデータに基づいて、光源の種類を、プローブの切り換えと連動させて切り換える機構が備えられていることを特徴とする上記(2)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(6) プローブと光源との組合せを、複数の試料に対して記憶させておく機構が備えられていることを特徴とする上記(1)又は(5)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(7) 複数のプローブは、検出特性の異なるプローブであることを特徴とする請求項1もしくは2、又は上記

(1)～(6)の何れかに記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(8) 検出特性とは光学特性によるものであることを特徴とする上記(7)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(9) 光学特性とは透磁率によるものであることを特徴とする上記(8)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(10) 光学特性とは屈折率によるものであることを特徴とする上記(8)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(11) 検出特性とはプローブに塗布又は含有させた蛍光色素によるものであることを特徴とする上記(7)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(12) 検出特性とはプローブ形状によるものであることを特徴とする上記(7)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(13) プローブ形状とはプローブの開口径であることを特徴とする上記(12)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(14) プローブ形状とはプローブの円錐角であることを特徴とする上記(12)に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

(15) 検出特性の異なる複数のプローブで順次測定した結果から試料の材質を同定するするようにしたことを特徴とする上記(7)～(11)の何れかに記載の走査型近接場光学顕微鏡。

【0045】

【発明の効果】上記のように、本発明は、複数のプローブを、切換機構によって、走査可能状態に択一的に切り換えることを可能にしたから、試料の観察中に所望のプローブを短時間で確実に使用可能状態とすることが可能となり、測定が効率的に行えるという効果を有する。ま

た、切換機構に、予め、異なる特性の複数のプローブを取り付けておくようにすれば、特定の試料に対して、測定条件の異なる計測が簡便に行えるようになる。更に、予め、必要な条件をコンピュータ等に記憶させておくことにより、プローブの切り換えに連動して光源を切り換えて測定することも可能となり、測定方法の幅を更に広げることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 実施例の全体の構成図である。

【図 2】 図 1 に示されているアタッチメントの斜視図であり、プローブを取り付けた状態で示してある。

【図 3】 図 1 における複数のプローブと試料との位置関係を平面的に示した説明図である。

【図 4】 第 1 実施例の応用例の構成図である。

【図 5】 第 1 実施例の他の応用例の構成図である。

【図 6】 第 2 実施例の構成図である。

【図 7】 従来例の構成図である。

【符号の説明】

1 試料
2 試料ステージ

3, 17, 18

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

15 a

15 b

16

16 a, 16

19

20, 21

光源

走査用スキャナ

プローブ

集光光学系

ピンホール

光検出器

コントローラ

コンピュータ

モニタ

プローブ位置制御用光源

プローブ位置制御用検出器

圧電体スキャナ

プローブ切換機構

固定部材

スライド部材

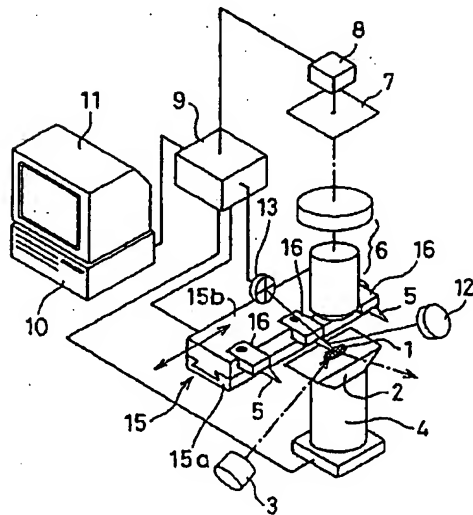
アタッチメント

電極

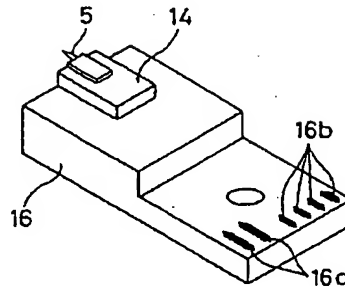
ビームスプリッタ

フィルタ

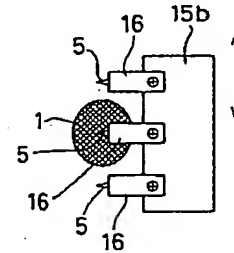
【図 1】



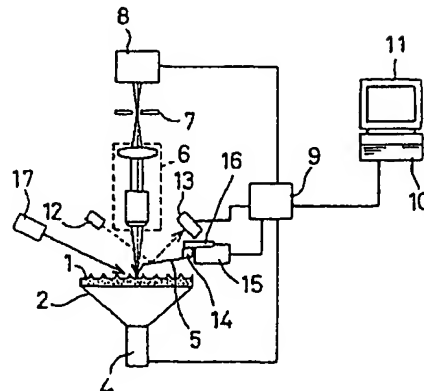
【図 2】



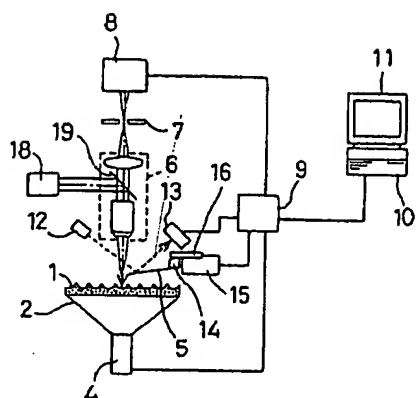
【図 3】



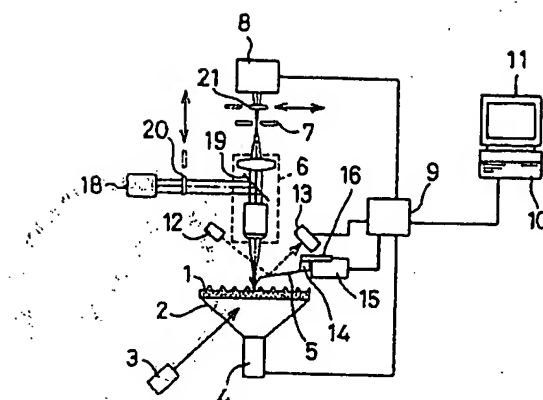
【図 4】



【圖 5】



【圖 6】



【図 7】

